

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP2006/060251

International filing date: 24 February 2006 (24.02.2006)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2005 014 093.9
Filing date: 29 March 2005 (29.03.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 15 March 2006 (15.03.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

G 2 03, 2006

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2005 014 093.9

Anmeldetag: 29. März 2005

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Zweipunktregelung einer Hochdruckpumpe
für direkteinspritzende Ottomotoren

IPC: F 02 D 1/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Februar 2006
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

ROBERT BOSCH GmbH, 70442 Stuttgart

R.310900

5

Zweipunktregelung einer Hochdruckpumpe für direkteinspritzende
Ottomotoren

Stand der Technik

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe, die von einer Antriebswelle der Brennkraftmaschine angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Hochdruckpumpe von einem Niederdruckbereich zu einer Hochdruckseite gefördert wird und die Menge des von der Hochdruckpumpe geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil eingestellt wird.

15

20

Bei direkteinspritzenden Ottomotoren (BDE = Benzin-Direkt-Einspritzung) werden Einzylinder-Hochdruckpumpen eingesetzt, um den Druck vom Vordruck der Vorförderpumpe (EKP = elektrische Kraftstoffpumpe) auf den für die Direkteinspritzung notwendigen Druck (50 bis 200 bar) anzuheben. Diese Einzylinderpumpen werden je nach Kraftstoffbedarf des Motors mit 2, 3 oder 4 Pumpenhüben pro Nockenwellenumdrehung betrieben. Der Antrieb erfolgt üblicherweise über einen Nocken auf der Nockenwelle. Im normalen Betrieb wird jeder Pumpenhub genutzt, die erforderliche Menge wird dabei z.B. durch ein Mengensteuerventil eingestellt. Das heißt, dass im Leerlauf und im Teillastbetrieb nur ein Teil der möglichen Menge pro Pumpenhub gefördert wird.

25

30

Die EP-1327766-A2 offenbart ein Verfahren, mit dem bei kleinen Fördermengen nur ein Teil der Förderhübe genutzt wird. Motivation ist die bessere Regelbarkeit bei sehr kleinen Fördermen-

ter Teilförderung wird eine Fördermenge zwischen Leerförderung und Vollförderung verstanden, hier wird während des Kolbenhubes der Kolbenpumpe das Mengensteuerventil zeitweise geöffnet, so dass eine Fördermenge zwischen null und der maximalen Fördermenge erreicht werden kann. Die obere Druckgrenze sowie die untere Druckgrenze hängen ab von dem in der Sammelleitung zum sicheren Absetzen einer Einspritzung erforderlichen Druck. Beide können identisch sein und dem Solldruck der Hochdruckseite entsprechen oder jeweils nur leicht von dem Solldruck nach oben bzw. unten abweichen.

Ein wesentlicher Aspekt dieses Verfahrens ist, die Häufigkeit der Förderung der HDP auf das absolut notwendige Maß zu beschränken. Das wird erreicht, indem im Leerlauf auf Zweipunktregelung umgeschaltet und jede aktivierte Förderung mit maximaler Fördermenge umgesetzt wird. Dabei kommt zusätzlich der Effekt zum Tragen, dass eine Vollförderung der HDP leiser ist als eine Teilförderung. Beide Effekte sorgen dafür, dass die akustische Abstrahlung bei diesem Ansteuerungsverfahren deutlich niedriger ist als beim heute eingesetzten Verfahren.

Vorzugsweise wird der Zweipunktbetrieb bei Absinken der Motordrehzahl unter eine Mindestdrehzahl und/oder Absinken der Einspritzmenge unter eine Mindestmenge aktiviert. Unterschreiten einer Mindestdrehzahl kann beispielsweise das Erreichen der Leerlaufdrehzahl sein. In einer Ausgestaltung des Verfahrens ist weiter vorgesehen, dass die die Hochdruckpumpe außerhalb des Leerlaufs mit Teilförderung betrieben wird.

Der Leerlauf wird hier zum einen definiert durch einen brennkraftmaschinentypischen Drehzahlbereich, zum anderen durch die Drehzahlanforderung des Fahrers im Betrieb, beispielsweise wenn das Gaspedal eines Automobils in die Leerlaufstellung gebracht wird. Andere Anforderungen des Bedieners, die eine Drehzalan-

förderung Leerlauf signalisieren, sind beispielsweise wenn bei einem automatischen Getriebe oder einem automatisierten Schaltgetriebe der Wählhebel in die Parkstellung gebracht wird.

5 In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Hochdruckpumpe nach Erreichen der oberen Druckgrenze auf Leerförderung umgeschaltet wird, bis die untere Druckgrenze wieder unterschritten wird. Die Hochdruckpumpe wird bei geschlossenem Mengensteuerventil in der Betriebsart Vollförderung
10 und bei zeitweise oder dauerhaft geöffnetem Mengensteuerventil in der Betriebsart Teilförderung betrieben. Das Mengensteuerventil bleibt bis zu einer unteren Druckschwelle geöffnet und bei wird bei Erreichen der unteren Druckschwelle bis zum Erreichen der oberen Druckschwelle geschlossen.

15 In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Mengensteuerventil bei Erreichen der oberen Druckschwelle geöffnet wird.

20 Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch eine Brennkraftmaschine mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe, die von einer Abtriebswelle der Brennkraftmaschine angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe von einem Niederdruckbereich zu einer Hochdruckseite gefördert wird und die
25 Menge des von der Kraftstoffpumpe in die Sammelleitung geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe im Leerlauf mit Vollförderung sowie mit Leerförderung betrieben werden kann.

30 Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann.

Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch eine Software für ein speicherprogrammierbares Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann

Zeichnungen

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffpumpe und einem Mengensteuerventil;

Fig. 2 eine detaillierte Darstellung der Kraftstoffpumpe und des Mengensteuerventils von Fig. 1 während eines Saughubes;

Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 zu Beginn eines Förderhubes;

Fig. 4 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 gegen Ende eines Förderhubes;

Fig. 5 eine Skizze zum zeitlichen Ablauf des Verfahrens.

Eine Brennkraftmaschine 10 gemäß Fig. 1, diese kann insbesondere ein direkteinspritzender Otto-Motor sein, umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine elektrisch angetriebene Vorförderpumpe 14 Kraftstoff über eine Niederdruckleitung 16 zu einer Hochdruckpumpe 18 fördert. Über eine Hochdruckleitung 20 gelangt der Kraftstoff weiter zu einer Sammelleitung 22 (auch als common-rail bezeichnet). In dieser ist der Kraftstoff unter

hohem Druck gespeichert. An die Sammelleitung 22 sind mehrere Einspritzvorrichtungen 24 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in Brennräume 26 einspritzen. Durch die Verbrennung des Kraftstoffs in den Brennräumen 26 wird eine Kurbelwelle 28 in
5 Drehung versetzt. Über eine in Fig. 1 nur symbolisch dargestellte mechanische Kopplung 30 wird die Hochdruckpumpe 13 von der Kurbelwelle 28 als Antriebswelle angetrieben. Die Hochdruckpumpe 18 ist eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe, bei der von einem auf einer Welle 33 angeordneten Antriebsnocken 32 ein Kolben 34 in eine Hin- und Herbewegung versetzt wird. Der Kolben
10 34 ist in einem Gehäuse 36 geführt. Er begrenzt einen Förderraum 38. Über ein Einlassventil 40 kann der Förderraum 38 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 verbunden werden. Das Einlassventil 40 ist als federbelastetes Rückschlagventil ausgebildet. Über ein Auslassventil 42 kann der Förderraum 38 mit
15 der Hochdruckleitung 20 verbunden werden. Auch beim Auslassventil 42 handelt es sich um ein federbelastetes Rückschlagventil. Der Förderraum 38 kann ferner über ein Mengensteuerventil 44 mit der Niederdruckleitung 16 verbunden werden. Beim Mengensteuerventil 44 handelt es sich um ein 2/2-Schaltventil. In
20 die geöffnete Ruhestellung wird es von einer Feder 46 beaufschlagt. In die geschlossene Schaltstellung wird es von einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 48 gebracht. Diese umfasst einen mit einem Ventilelement 50 verbundenen Magnetanker 52, welcher von einer Magnetspule 54 umgeben ist. Die Magnetspule 54 wird von einer nicht dargestellten Endstufe eines Steuergerätes 56 bestromt. Das Steuergerät 56 erhält Signale
25 von einem Drehzahlsensor 58, welcher die Drehzahl der Kurbelwelle 23 der Brennkraftmaschine 10 abgreift. Ferner ist das Steuergerät 56 eingangsseitig mit einem Drucksensor 60 verbunden, welcher den in der Sammelleitung 22 herrschenden Druck erfasst und entsprechende Signale an das Steuergerät 56 leitet.
30 Das Prinzip der Einstellung der von der Hochdruckpumpe 18 geförderten Kraftstoffmenge wird nun unter Bezugnahme auf die

Fig. 2-4 erläutert. Während des in Fig. 2 dargestellten Saughubs bewegt sich der Kolben 34 nach unten, so dass Kraftstoff über das Einlassventil 40 in den Förderraum 38 strömt. Nach dem Erreichen des unteren Totpunkts bewegt sich der Kolben 34 wieder nach oben (Fig. 3). Während des Saughubs des Kolbens 34 wird die Magnetspule 54 des Mengensteuerventils 44 bestromt, so dass dieses spätestens mit dem Erreichen des unteren Totpunkts des Kolbens 34 schließt. Auch das Einlassventil 40 schließt. Wenn während des Förderhubs des Kolbens 34 der Öffnungsdruck des Auslassventils 42 im Förderraum 38 überschritten wird, öffnet dieses. Der Kraftstoff kann so in die Sammelleitung 22 gepresst werden. Soll während eines Förderhubs des Kolbens 34 die Förderung von Kraftstoff in die Sammelleitung 22 beendet werden, wird die Bestromung der Magnetspule 54 des Mengensteuerventils 44 beendet, so dass dieses wieder in seine geöffnete Ruhestellung schaltet. Dies ist in Fig. 4 dargestellt. Der Kraftstoff kann somit aus dem Förderraum 38 über das geöffnete Mengensteuerventil 44 in die Niederdruckleitung 16 entweichen. Entsprechend schließt auch das Auslassventil 42. Die maximal während eines Förderhubs des Kolbens 34 förderbare Kraftstoffmenge ist im Wesentlichen unabhängig von der Drehzahl der Kurbelwelle 28 und der damit zusammenhängenden Dauer eines Förderhubs. Der Förderraum 38 kann während jedes ci-ten Förderhubs für eine bestimmte Dauer durch das Mengensteuerventil 44 von der Niederdruckleitung 16 getrennt werden.

Im Betrieb außerhalb des Leerlaufs wird das Mengensteuerventil 44 so angesteuert, dass jeder Förderhub der Pumpe genutzt wird. Die Mengenregelung erfolgt durch Nutzung von Teilhüben durch zeitweises Öffnen des Mengensteuerventils 44 wie zuvor beschrieben. Im Leerlauf wird dagegen auf eine Zweipunktregelung mit Vollförderung umgeschaltet. Das bedeutet, dass eine Förderung und damit die Ansteuerung des Mengensteuerventils 44 nur dann ausgelöst wird, wenn hochdruckseitig eine Druckschwelle

untersritten wird. Die Förderung wird in diesem Betriebszustand immer als Vollförderung ausgeführt, so dass der Druck im Hochdrucksystem um einen relativ großen Betrag ansteigt. Durch die folgenden Einspritzungen sinkt der Druck stetig wieder ab. Da die Einspritzmengen im Leerlauf aber gering sind, dauert es relativ lange, bis die untere Druckschwelle, die die nächste Förderung auslöst, unterschritten wird.

Figur 5 zeigt eine Skizze zum zeitlichen Ablauf des Verfahrens. Dargestellt ist der Druck p_{Hd} in der Sammelleitung 22, dies ist der Druck im Hochdruckrail, über der Zeit t . Der Druckverlauf ist zwischen einem willkürlich gewählten Zeitpunkt t_0 und einem willkürlich gewählten Zeitpunkt t_4 . Im Zeitpunkt t_0 sei der Druck p_{Hd} auf dem Wert einer unteren Druckschwelle p_U . Zu diesem Zeitpunkt wird das Mengensteuerventil 44 geschlossen, so dass die Hochdruckpumpe über den gesamten Kolbenhub fördert und in einer Betriebsart, die im Folgenden als Vollförderung bezeichnet wird, betrieben wird. Das Mengensteuerventil 44 bleibt geschlossen bis zum Erreichen einer oberen Druckschwelle p_O , dies ist zum Zeitpunkt t_1 der Fall. Im Zeitpunkt t_1 wird das Mengensteuerventil 44 vollständig geöffnet, so dass die Hochdruckpumpe 18 keinen Kraftstoff mehr zur Hochdruckseite fördert. Diese Betriebsart wird im Folgenden als Leerförderung bezeichnet. Dadurch, dass die Einspritzvorrichtungen 24 weiterhin Einspritzungen absetzen, sinkt der Druck p_{Hd} in der Sammelleitung 22 (Hochdruckrail) mit jeder Einspritzung. Der Einfachheit halber ist dies in Figur 5 als kontinuierliche Linie dargestellt, in der Realität wird dies nicht kontinuierlich sondern in der Darstellung über der Zeit mehr oder minder treppenartig sein. Im Zeitpunkt t_2 wird die untere Druckschwelle p_U wieder erreicht, so dass durch Schließen des Mengensteuerventils 44 die Hochdruckpumpe 18 wieder in den Betriebsmodus der Vollförderung umgeschaltet wird. Mit Erreichen der oberen Druckschwelle p_O im Zeitpunkt t_3 wird die Hochdruckpumpe 18 wiederum in

Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (10) mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe (18), die von einer Antriebswelle (28) der Brennkraftmaschine (10) angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Hochdruckpumpe (18) von einem Niederdruckbereich (16) zu einer Hochdruckseite (38) gefördert wird und die Menge des von der Hochdruckpumpe (18) geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil (44) eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) in einem Zweipunktbetrieb abwechselnd mit Vollförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe und mit Leerförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe betrieben wird und die Vollförderung bei Unterschreiten einer unteren Druckgrenze aktiviert wird, bis eine obere Druckgrenze erreicht wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Zweipunktbetrieb bei Absinken der Motordrehzahl unter eine Mindestdrehzahl und/oder Absinken der Einspritzmenge unter eine Mindestmenge aktiviert wird.
3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) oberhalb der Mindestdrehzahl mit Teilförderung betrieben wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) nach Erreichen der oberen Druckgrenze auf Leerförderung umgeschaltet wird, bis die untere Druckgrenze wieder unterschritten wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) bei geschlossenem Mengensteuerventil (44) in der Betriebsart Vollförderung und

bei zeitweise oder dauerhaft geöffnetem Mengensteuerventil (44) in der Betriebsart Teilförderung betrieben wird.

5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mengensteuerventil (44) bis zu einer unteren Druckschwelle geöffnet bleibt und bei Erreichen der unteren Druckschwelle bis zum Erreichen einer oberen Druckschwelle geschlossen wird.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mengensteuerventil (44) bei Erreichen der oberen Druckschwelle geöffnet wird.

15 8. Brennkraftmaschine (10) mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe (18), die von einer Abtriebswelle (28) der Brennkraftmaschine (10) angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe (18) von einem Niederdruckbereich (16) zu einer Hochdruckseite (38) gefördert wird und die Menge (m) des von der Kraftstoffpumpe (18) in die Sammelleitung (22) geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil (44) eingestellt wird,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) im Leerlauf mit Vollförderung sowie mit Leerförderung betrieben werden kann.

25 9. Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann.

30 10. Software für ein speicherprogrammierbares Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann.

ROBERT BOSCH GmbH, 70442 Stuttgart

5

Zweipunktregelung einer Hochdruckpumpe für direkteinspritzende
Ottomotoren

Zusammenfassung:

10

Bei einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (10) mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe (18), die von einer Antriebswelle (28) der Brennkraftmaschine (10) angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Hochdruckpumpe (18) von einem Niederdruckbereich (16) zu einer Hochdruckseite (38) gefördert wird und die Menge des von der Hochdruckpumpe (18) geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil (44) eingestellt wird, wird die akustische Abstrahlung der Hochdruckpumpe verringert, indem die Hochdruckpumpe (18) in einem Zweipunktbetrieb abwechselnd mit Vollförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe und mit Leerförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe betrieben wird und die Vollförderung bei Unterschreiten einer unteren Druckgrenze aktiviert wird, bis eine obere Druckgrenze erreicht wird.

15

20

25

(Fig. 5)

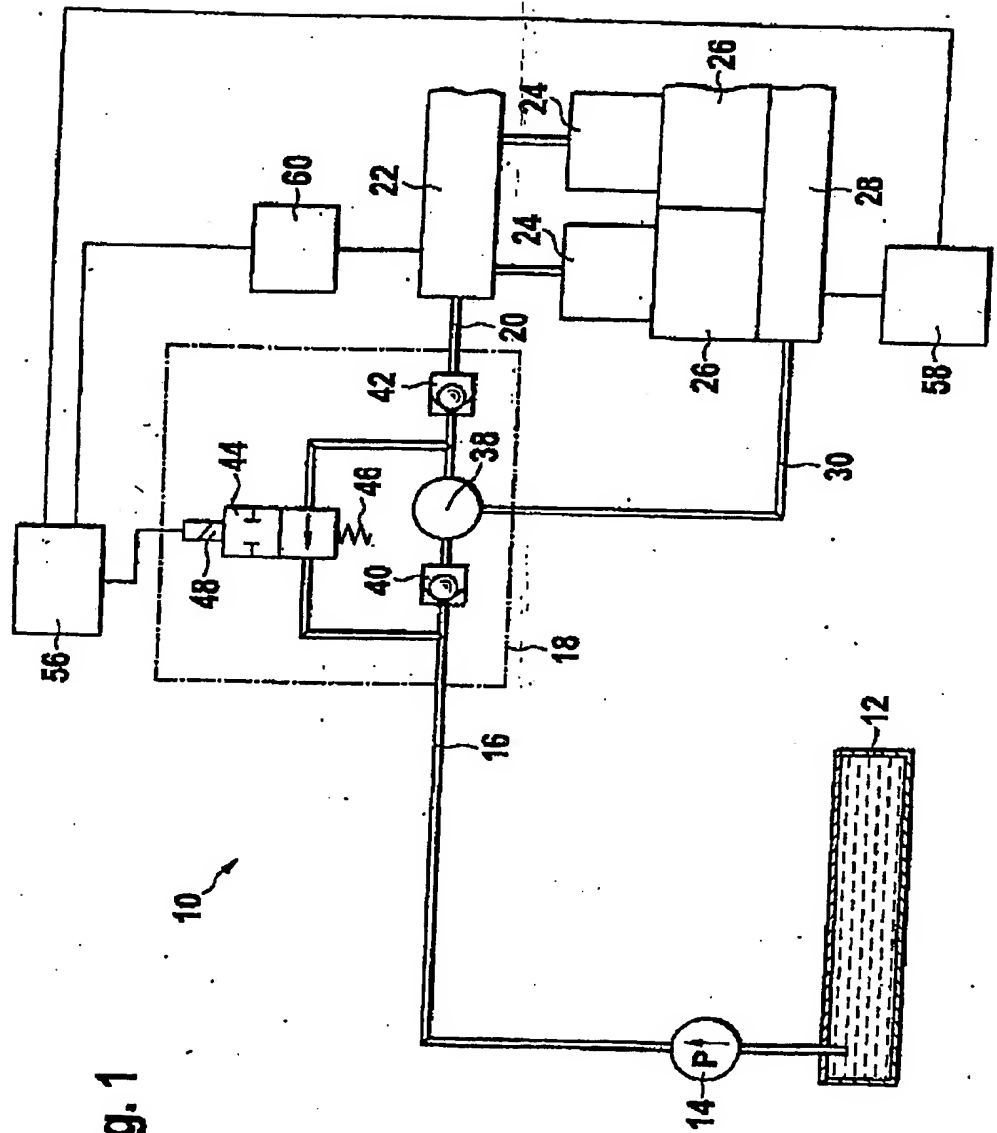


Fig. 1

Fig. 2

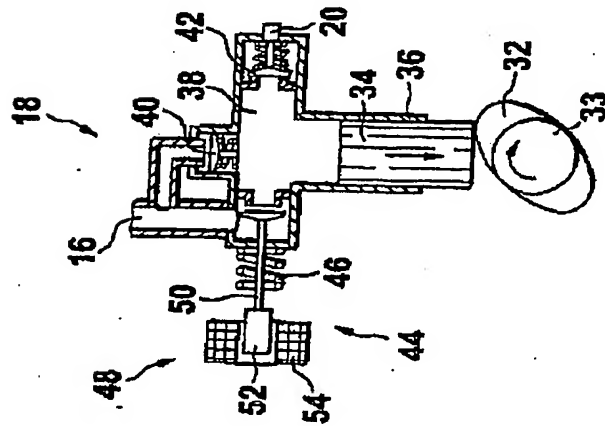


Fig. 3

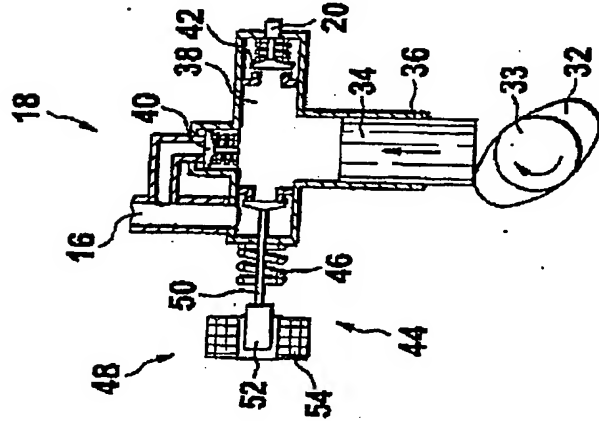


Fig. 4

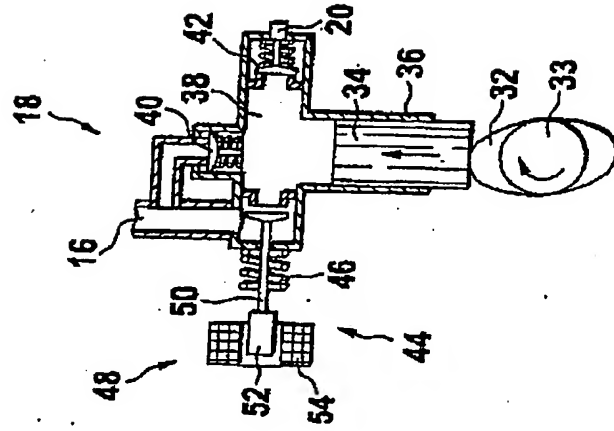
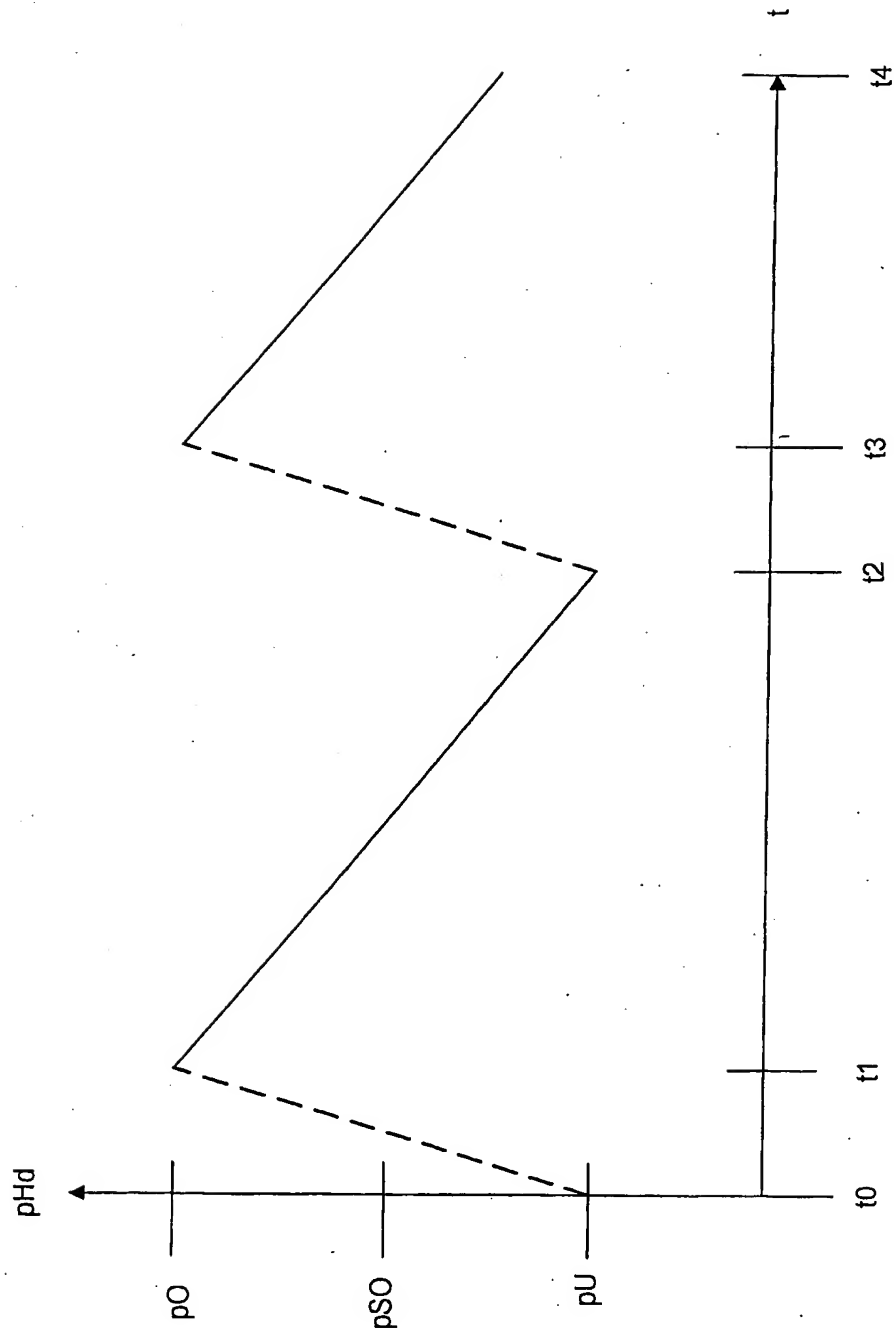


Fig. 5



From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 25 April 2006 (25.04.2006)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 310900	
International application No. PCT/EP2006/060251	
International publication date (day/month/year) Not yet published	
International filing date (day/month/year) 24 February 2006 (24.02.2006)	Priority date (day/month/year) 29 March 2005 (29.03.2005)
Applicant ROBERT BOSCH GMBH et al	

- By means of this Form, which replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents, the applicant is hereby notified of the date of receipt by the International Bureau of the priority document(s) relating to all earlier application(s) whose priority is claimed. Unless otherwise indicated by the letters "NR", in the right-hand column or by an asterisk appearing next to a date of receipt, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- (If applicable)* The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which, on the date of mailing of this Form, had not yet been received by the International Bureau under Rule 17.1(a) or (b). Where, under Rule 17.1(a), the priority document must be submitted by the applicant to the receiving Office or the International Bureau, but the applicant fails to submit the priority document within the applicable time limit under that Rule, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- (If applicable)* An asterisk (*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b) (the priority document was received after the time limit prescribed in Rule 17.1(a) or the request to prepare and transmit the priority document was submitted to the receiving Office after the applicable time limit under Rule 17.1(b)). Even though the priority document was not furnished in compliance with Rule 17.1(a) or (b), the International Bureau will nevertheless transmit a copy of the document to the designated Offices, for their consideration. In case such a copy is not accepted by the designated Office as the priority document, Rule 17.1(c) provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Priority date	Priority application No.	Country or regional Office or PCT receiving Office	Date of receipt of priority document
29 March 2005 (29.03.2005)	10 2005 014 093.9	DE	15 March 2006 (15.03.2006)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Gijsbertus Beijer

Facsimile No. +41 22 338 82 70

Facsimile No. +41 22 338 82 70

Telephone No. +41 22 338 95 61

Form PCT/IB/304 (October 2005)

CTTWLINF